Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Marburg
Direktor: Professor Dr. Hans Fliege.

Über den Bruch der zahnärztlichen Injektionskanüle bei Mandibularanästhesie, dessen Verhütung u. Nachprüfung des Materials

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde in der
ZAHNHEILKUNDE
der Hohen Medizinischen Fakultät der
PHILIPPS-UNIVERSITÄT
ZU MARBURG

vorgelegt von

Friedrich Knigge
approbierter Zahnarzt aus Hope b. Hameln

Marburg 1936.
Buchdruckerei Hermann Bauer in Marburg

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 28. April 1936.

Referent: Prof. Dr. Hans Fliege.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Das Bestreben des Chirurgen, seinen Eingriff am lebenden Körper möglichst schmerzlos zu gestalten, besteht, so lange die chirurgische Kunst geübt wird. Angefangen im Altertum bei den Aegyptern, über das Mittelalter bis in die Neuzeit, wurden Versuche zu diesem Zweck unternommen. Erst das 19. Jahrhundert brachte hierin einigen Erfolg durch die Entdeckung der allgemein betäubenden Wirkung des Aethers durch den Chemiker Jackson und den Zahnarzt Morton. Bereits ein halbes Jahrhundert vorher hatte der Zahnarzt Wells die narkotisierende Eigenschaft von Stickoxydul erkannt. Es ist leicht zu erklären, daß sich sofort die ganze damalige medizinische Welt mit großer Energie auf den Ausbau dieser Entdeckungen stürzte. So wurden dann sehr bald viele noch heute gebräuchliche Narkotica entdeckt und verwandt. 30 Jahre lang behauptete sich als bevorzugtes Narkoticum das Chloroform. Doch zahlreiche Chloroform-Todesfälle brachten den Aether wieder zu Ehren. — Heute noch nimmt der Aether — zum Teil in Gemisch mit anderen Narkotica — die Hauptstellung ein.

Eine unabsehbare Wandlung vollzog sich in der Chirurgie, als Koller und Schleich mit großem Erfolg lokale Anästhesie mit Kokain einführten. Besonders im Gebiet der Mund- und Kieferchirurgie brachte die Lokal-Anästhesie bedeutende Vorteile.

Es entspannen sich nun heftige Diskussionen, ob, da so ein quoad vitam ungefährliches Mittel zur Schmerzbekämpfung zur Verfügung stand — vor allen Dingen, nachdem durch Chemieforscher das Kokain durch das 16 mal ungiftigere Novokain ersetzt worden war — die Narkose noch ihre alte Bedeutung beibehalten könne. Speziell in der Mund- und Kieferchirurgie verlangten einige Autoren die größtmöglichste Einschränkung, ja, sogar Vermeidung der Narkose und ebenfalls der Rauschnarkose, mit der Begründung, daß die Größe des Eingriffs nicht im Einklang stehe

mit der Gefährlichkeit der Narkose erstens, und zweitens, da in den meisten Fällen voller Erfolg mit der Lokalanästhesie erzeugt werden könne. Fliege jedenfalls vertritt diesen Standpunkt unbedingt.

Andererseits gibt es doch Autoren, die der Meinung sind, daß man in der Mund- und Kieferchirurgie ohne Narkose nur schlecht auskommen könne, so z. B. bei starken Hysterikern, Geisteskranken oder Operationen im entzündeten Gewebe usw. — Ich hatte Gelegenheit, in Kiel und Freiburg an den Zahnkliniken sehr viele Narkosen bezw. Rausch-Narkosen zu sehen. In Kiel wurden besonders Stickoxydul und Evipan, in Freiburg Chloräthyl benutzt. Mißerfolge habe ich nie beobachtet; ebenso äußerten sich die Patienten sehr befriedigend. Herrenknecht betonte, daß er bei mindestens 10 000 Chloräthylnarkosen, die er selbst gemacht habe, nicht einen ernsteren Zwischenfall erlebt habe.

Es versteht sich von selbst, daß die Narkosen dann gemacht wurden, wenn eine Lokalanästhesie irgendwie kontraindiziert erschien. Unbedingt richtig ist es zu verlangen, daß die Narkose nur in den wirklich nicht anders zu behandelnden Fällen angewandt wird. Hieraus ergibt sich die Tatsache, daß die Narkose im zahnärztlichen Beruf sehr selten erforderlich ist und daraus folgert, daß bei den wenigen Fällen ein Zahnarzt in der Praxis die zur Narkose unbedingt erforderliche Uebung und die stete Bereitschaft zu den entsprechenden Maßnahmen bei unglücklichen Zwischenfällen kaum haben kann. Es wäre deshalb richtig, in den wirklich indizierten Fällen einen Spezialisten heranzuziehen.

Doch auch die lokale Anästhesie ist nicht vollkommen ungefährlich: es können unangenehme Zwischenfälle vorkommen, die oft ernste Folgen haben.

Trotz der vielen Neuerscheinungen an Injektionsflüssigkeiten ist heute immer noch „die frisch angesetzte, sterile, isotonische Novokain-Suprareninlösung“ die „Standardlösung“. Die meisten Zwischenfälle bei Verwendung dieser Lösung sind auf das Suprarenin zurückzuführen. Die Kontraktion der Gefäßwandungen führt zur zeitweiligen Anämie, die natürlich starke Stoffwechselstörungen des betreffenden Gewebsteiles im Gefolge haben kann. Gefäßkrämpfe können zu Oedemen führen, während die starke Blutzu-

fuhr nach dem Abklingen der Wirkung Haematome verursachen kann. Auftretende Kollapse nach Injektionen, hervorgerufen durch zu schnelles Einspritzen oder zu schnelle Resorption der Lösung in sehr blutreichen Regionen, sind meist harmlos. Natürlich zeigt sich auch hier die individuelle Verschiedenheit der Patienten. G. Fischer beschreibt einen Fall mit letalem Ausgang: Zur Tonsillektomie wurde einem Patienten 2%ige Lösung injiziert. Die Injektion erfolgte ziemlich schnell, wurde dazu in dem blutreichen Gewebe sehr stark resorbiert, es traten schwere Herzlähmungen ein, die bald zum Exitus führten.

Ueble Folgen nach Injektionen, hervorgerufen durch mangelhafte Sterilität sowohl der Lösung als auch des Instrumentariums, sind natürlich dem Operateur nicht zu verzeihen und sollten auch heute nicht mehr vorkommen.

Ein weiterer recht unangenehmer Zwischenfall bei der Infiltrationsanästhesie ist der Bruch der Injektionsnadel. — In der zahnärztlichen Literatur sind solche Fälle oft beschrieben worden. Besonders unangenehm ist ein Bruch der Kanüle, bei der in der Zahnheilkunde häufig angewandten Leitungsanästhesie am Foramen mandibulare, da hier das Bruchstück meistens in dem Gewebe verschwindet und nur sehr schwer zu finden und operativ zu entfernen ist. Die örtliche Endanästhesie ist in dieser Beziehung nicht so gefährlich, da sie weniger Gelegenheit zum Nadelbruch bietet, weil die bedeutend kürzere Nadel nicht so tief in das Gewebe eingeführt wird. Wenn es trotzdem eine Nadelfraktur geben sollte, würde sich das Fragment bedeutend leichter entfernen lassen.

Bei dem Bruch der Kanüle bei der Mandibularanästhesie ist oft die Frage aufgeworfen worden, ob es überhaupt ratsam und unbedingt nötig ist, das Fragment zu entfernen. Die Ansichten sind hier geteilt. Bade (1911), Melchior (1921), Glade (1922), Euler (1925), Sicher (1925), Williger (1925) lassen die Nadelbruchstücke ruhig im Gewebe stecken. Sie begründen ihre Ansicht damit, daß eine Operation eine ziemlich schwere Beschädigung des Gewebes bedeute, die zur Ankylose führen könne und ebenfalls damit, daß derartige Eingriffe sehr oft erfolglos seien (Glade 1922, Euler 1925). Erfahrungsgemäß brauchen der-

artige sterile Fragmente dem lebenden Körper auch nicht immer eine absolute Schädigung zuzufügen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, daß diese Fragmente wandern und später dem Patienten Beschwerden verursachen können. Glade führt einen Fall an, den Melchior beobachtet hat. In diesem Fall lag ein Fragment seit 11 Jahren bei einem Patienten im Musculus pterygoideus internus, ohne die geringsten Beschwerden zu verursachen. — In einem anderen Fall, den Wisoff beobachtete, verursachte die Nadel Schmerzen, da sie im Nervengewebe steckte. Es ist selbstverständlich, daß hier das Fragment entfernt werden mußte. Gleichzeitig gibt Wisoff auch die Methode an, wie man am besten solch ein Bruchstück auffindet: In der Gegend, in der man die abgebrochene Nadel vermutet, führt man weitere Kanülen ein und fertigt dann eine Röntgenaufnahme an mit den Nadeln in situ. Auf diese Art ist es möglich, die Lage des Fragments zu den so eingeführten Kanülen festzustellen.

Risdon und Rob. Neumann verlangen in jedem Falle Entfernung der abgebrochenen Nadeln, da nach ihrer Ansicht meistens Beschwerden auftreten werden und eine Entfernung sich dann später bedeutend schwieriger gestalten würde. —

Bemerkenswert ist, daß ein Kanülenbruch mit ernsten Folgen — wenn der Operateur die nötige Vorsicht hat walten lassen — nicht als ärztlicher Kunstfehler bezeichnet werden kann. Ritter hat einen solchen Fall mit gerichtlichem Nachspiel beschrieben.

Um unangenehme Zwischenfälle durch Nadelfraktur zu vermeiden, sind verschiedentlich Vorschläge gemacht worden, sich dagegen zu schützen. Da die Nadel meistens an der Austrittsstelle aus dem Konus bricht, schlägt H. Peters vor, 3—4 mm vor dieser Stelle eine kleine Zinnperle oder -scheibe anzulöten, damit die Nadel im Falle einer Fraktur nicht in die Weichteile gleiten kann. Dasselbe verlangt Lichtwitz, wenn er eine Knopfnadel konstruierte. Ebenfalls empfiehlt G. Fischer den Gebrauch einer Knopfnadel.

Stoebbe schiebt die Hauptschuld des Kanülenbruchs den ungewollten Bewegungen der Zunge des Patienten zu. Er konstruierte deshalb an seine Injektionsspritze eine Vorrichtung, die den Zweck hatte, die Zunge von der Nadel abzuhalten.

Keine dieser Konstruktionen hat sich im allgemeinen praktischen Gebrauch eingebürgert.

Um den Patienten unbedingt vor den üblen Folgen einer Nadelfraktur bei der Injektion am Foramen mandibulare zu schützen, stellte Trebitsch folgende Forderung auf: „Es ist die Ausübung der gesamten Zahnheilkunde in der Privatpraxis ohne Anwendung der Leitungsanästhesie möglich". Dieser Satz wurde — und das mit Recht, — von vielen Autoren angegriffen und widerlegt. Besonders heute ist eine solche Forderung nicht mehr haltbar, da uns die Industrie zum Teil mit solch gutem Nadelmaterial versorgt, daß bei richtiger Injektionstechnik und bei richtiger Behandlung der Injektionskanüle kaum noch Nadelbrüche vorkommen sollten.

Um das gute Material von dem schlechten zu trennen, die Festigkeit und Haltbarkeit der Kanülen zu prüfen, sind Versuche angestellt worden.

Schon über die Dicke der Kanüle herrschten verschiedene Ansichten. Hoenig und Willinger verlangten unbedingt eine Kanüle mit einem Durchmesser von 0,9 mm, während andere Autoren (z. B. Meyer, Fielitz) bewiesen haben, daß die Kanülen von der Stärke 0,47 mm bedeutend bruchsicherer sind. Fielitz schreibt dazu:

„Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Zähigkeit und Biegefähigkeit selbst spröder Materialien in feinen Drähten oder Fäden bedeutend größer ist als die der kompakten Masse. Glas in feinste Fäden gesponnen, wird fast unzerbrechlich, orthodontische Federn, Goldfolie und andere Beispiele zeigen dasselbe. Bei der Kanüle ist es ähnlich. Sie zeigt als geschlossenes Rohr bei der Biegung auf der Außenseite des Biegungswinkels eine Dehnung der Kanülenwand, je größer der Quotient für die Dehnung des Materials ist, desto später erfolgt hier ein Einriß.

Bei der stärkeren Kanüle ist diese Dehnung desselben Materials bei gleichbleibendem Dehnungskoeffizienten schon eher erreicht. Es wird also der Winkel geringer sein, bei dem der erste Einriß erfolgt".

Damit ist klar und deutlich die Tatsache, daß dünnere Kanülen bruchsicherer sind als dickere, als physikalisches Gesetz bewiesen worden. Diese physikalische Gesetzmäßigkeit ist durch die Versuche von Fielitz noch erhärtet worden. Die dünne

Kanüle hat außerdem den Vorteil, daß der Einstich für den Patienten angenehmer ist erstens, und daß zweitens dem Gewebe nicht so starke Verletzungen gesetzt werden.

Es ist klar, daß größere Kräfte dazu nötig sind, eine dickere Kanüle zum Bruch zu bringen, aber Fielitz geht von der richtigen Voraussetzung aus, daß die nötigen Kräfte schon vorhanden sind durch unvorhergesehene Bewegungen des Patienten. Das Wichtige für ihn ist, bis zu welchem Winkel die Kanüle sich verbiegen läßt, ehe sie bricht.

Um die Kanüle mit dem hochwertigsten Biegungswinkel festzustellen und damit auch die Kanüle mit der größten Bruchsicherheit, machte Fielitz folgenden Versuch:

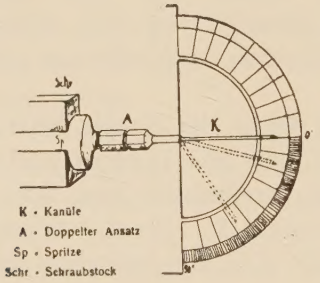

Abb. 1

Siehe Fielitz: Die Gefahr des Injektions-Kanülenbruches vom material-technischen Standpunkte. (S. 13).

Die zu untersuchende Kanüle wird in einem Ansatz auf die Injektionsspritze montiert. Die Spritze mit Kanüle wird in einem Schraubstock so gespannt, daß die Kanüle über der Skala eines Winkelmessers spielt. Jetzt wird die Kanüle mittels eines Spatels langsam abgebogen. Der Winkel, bei dem die Kanüle bricht, wird aufgeschrieben. Die Kanülen wurden nie über 90° gebogen. Falls sie mehr als 90° aushielten, und das war sehr oft der Fall, so wurden sie wieder zurückgebogen und von neuem abgebogen. Der Winkel, der nun noch bis zum Bruch beschrieben wurde, wurde dem bereits gefundenen Winkel zugezählt. Auf diese Art und Weise wurden zum Teil sehr hohe Werte gefunden, während wiederum andere Kanülen schon bei geringerer Abknickung brachen. Als Schlußzusammenstellung stellte Fielitz folgende Tabelle auf, in

der von jeder untersuchten Kanüle jedesmal der maximalste und minimalste Winkel angegeben wird. Es wurden von jeder Kanüle zwei Stärken untersucht und zwar die Stärke 0,47 mm und 0,9 mm.

Tabelle 1.

Nr.	Bezeichnung Fabrikat	0,47 mm Min. in Grad	0,47 mm Max. in Grad	0,9 mm Min. in Grad	0,9 mm Max. in Grad
1	V2A-Stahl-Kanüle (Akufirm) Ernst Kratz, Frankfurt a. M.	200	350	130	150
2	Rein-Nickel-Kanüle Fritz Freienstein, Berlin	108	270	70	130
3	Karsen-Gold-Kanüle Schwenn, Hamburg	90	175	90	140
4	Niko-Kanüle E. Masarey, Berlin	85	180	80	125
5	Kontrazid-Kanüle (Akufirm) Ernst Kratz, Frankfurt a. M.	80	250	80	190
6	Nickelina-Kanüle Injekta A.-G. Berlin	75	170	50	75
7	Nikodura-Kanüle E. Masarey, Berlin	75	90	40	80
8	Stahlkanüle ohne Naht Fritz Freienstein, Berlin	65	150	40	130
9	Durochrom-Kanüle Injekta A.-G. Berlin	65	150	40	130
10	Vernickelte Stahlkanüle Injekta A.-G. Berlin	45	120	35	85
11	Kontrazid-Kanüle Injekta A.-G. Berlin	40	60	30	60
12	Ef. Ef. Be. Nova-Kanüle Fritz Freienstein, Berlin	40	170	25	75
13	Durinox-Kanüle Injekta A.-G. Berlin	35	88	25	60
14	Err. Eff. rostfreie Stahlkanüle Injekta A.-G. Berlin	35	80	25	60
15	Rostfreie Stahlkanüle Fritz Freienstein, Berlin	30	100	28	80
16	Chromstahl-Kanüle Ernst Kratz, Frankfurt a. M.	28	40	27	35

Als Ergebnis aus dieser Tabelle stellt Fielitz fest:

„Es steht hier an erster Stelle die V2A-Kanüle. Sie ist von großer Zähigkeit, dabei zeigt sie sich im Gebrauch hart genug, um nicht allzuleicht zu verbiegen. Sie ist also für unsere Zwecke als außerordentlich geeignet zu bezeichnen. Selbst leichte Deformierungen hält sie aus, ohne daß ihre Bruchgefahr steigt. Dagegen erfordert die Weichheit des Materials der zweiten Kanüle (Rein-

Nickel) eine außerordentlich vorsichtige Behandlung; sie ist leicht deformierbar, trotzdem aber von großer Bruchsicherheit. Von der Karsen-Gold-Kanüle und der Niko-Kanüle ist zu sagen, daß ihre Ergebnisse sehr befriedigen, vor allem ist ihre ausgezeichnete Federhärte verbunden mit ihrer Bruchfestigkeit zu erwähnen. Auch die Kontrazid-Kanüle ist noch befriedigend in ihren Ergebnissen. Sie zeigt als erste in der Reihe vor allem die außerordentliche Federhärte, verbunden mit der großen Spitzenschärfe des Stahles, ohne dessen Nachteile inbezug auf die Bruchfestigkeit zu haben. Wesentlich ist dabei der Vorteil der Ausglühbarkeit und der langen Lebensdauer. — Die Kanülen stufen sich weiter ab über die Kanülen mit mittleren Werten bis zu den Kanülen mit unsicheren Werten, die alle für die besonderen Zwecke der Leitungsanästhesie als ungeeignet zu bezeichnen sind."

Schon 1923 wurden von Greve Versuche gemacht, um die Bruchfestigkeit von Kanülen zu prüfen.

Im Jahre 1928 benutzte Seidel bei seinen bisher unveröffentlichten Versuchen am hiesigen Zahnärztlichen Institut eine ähnliche Apparatur (Abb. 2) zur Prüfung der Kanülen. Diese Versuche wurden jetzt vervollständigt und zu Ende geführt.

Die Anordnung beim ersten Versuch war folgende:

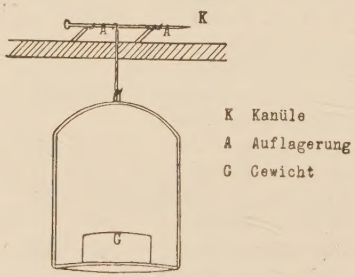

Abb. 2

Die Injektionsnadeln wurden senkrecht zu ihrer Längsrichtung belastet. Zu diesem Zwecke ruhten die Kanülen auf zwei senkrechten Schneiden, die in einem Abstand von 28 mm auf einem Brett befestigt worden waren. Die Belastung erfolgte in der Mitte der zu prüfenden Kanüle durch eine an einem gebogenen Haken befestigte Gewichtsschale, die die betreffenden Gewichte aufnahm.

Geprüft wurden folgende Kanülen:

Stahlkanüle (Schwenn)	0,56 mm
Stahlkanüle (Freienstein)	0,5 „
rostfreie verbesserte aseptische Stahlkanüle (Freienstein)	0,5 „
Niko-Kanüle	0,5 „
Esco-Kanüle	0,58 „
Karsen-Gold-Kanüle	0,56 „
Nikodura-Gold	0,56 „
Nikodura-Kanüle	0,56 „
Err. Eff.-Kanüle	0,5 „
V2A-Kanüle	0,47 „
Kontrazid (Akufirm)	0,52 „
Berylco-Kanüle	0,54 „

Es wurden also nicht alle augenblicklich im Handel erhältlichen Kanülen geprüft, sondern nur solche, die sich schon in früheren Versuchen bewährt hatten und ebenfalls einige minderwertige als Vergleichsobjekte.

Bei dem ersten Versuch wurde das Verhalten der einzelnen Kanülen bei der gleichen Belastung festgestellt. Die größte angewandte Belastung war 1075 g. Hierbei brach die Err. Eff.-Kanüle sofort. Auch einer Belastung von 500 g, der sie zu Versuchszwekken nochmals unterzogen wurde, hielt sie nicht stand.

Von weiteren Versuchen schied sie deshalb von vornherein aus.

Die rostfreie verbesserte aseptische Stahlkanüle hielt ebenfalls die Belastung nicht aus und wurde darum auch von weiteren Versuchen ausgeschlossen. Von den von Freienstein und Schwenn hergestellten einfachen Stahlkanülen brachen 50%. Die anderen Kanülen verhielten sich gut.

Es ist selbstverständlich, daß bei diesem Versuch das durch den Weichmetallkonus nicht geschützte Ende der Nadel fixiert wurde, da sonst die Kanüle bei ihrer starken Belastung aus dem Lager gezogen worden wäre.

Es wurden dann die Kanülen mit 200 g belastet und ihre Federhärte geprüft. Die Niko-, Nikodura- und Reinnickel-Kanülen zeigten eine kleine Biegung, während die anderen Kanülen gut federten. Von besonderer Federhärte erwies sich die neue Berylco-Kanüle der Firma Kratz, Frkfrt. a. M., die sogar bei 350 g noch federte.

Mit derselben Apparatur wurde dann die Elastizität der Kanülen folgendermaßen geprüft:

Die Kanülen wurden wieder auf die zwei Schneiden gelegt und belastet, bis sie — da in diesem Fall das vom Konus nicht geschützte Ende auch nicht fixiert wurde — zwischen den beiden Schneiden hindurchglitten. Hierbei mußten sich die Kanülen bis zu einem Winkel von 90° biegen. Die Stahlkanülen, die schon beim vorigen Versuch gebrochen waren, wurden nicht mehr mitgeprüft; alle anderen Kanülen glitten aus dem Lager ohne zu brechen, bogen sich zu einem rechten Winkel und federten dann wieder zurück.

Bei allen Kanülen blieb eine kleine Biegung zurück. Jedoch die stärkste Biegung wiesen wieder die Nickel-Kanülen auf. Am besten verhielt sich V2A-Kanüle, dicht gefolgt von der Karsen-Gold-Kanüle, die sich sehr gut bewährte.

Dieselben Kanülen wurden einer nochmaligen Prüfung unterzogen, nachdem sie 14 Tage — zum Teil sogar 4 Wochen — jeden Tag 2 mal 15 Min. in Wasser mit Sodazusatz gekocht waren. In der Zwischenzeit wurden sie in Glycerinalkohol 1:2 aufbewahrt. Es interessierte in diesem Fall auch das Verhalten der Stahlkanülen. Wiederum zeigte sich, daß die Stahlkanülen den Ansprüchen n i c h t gewachsen waren. Durch den Sterilisationsprozeß hatten sie sehr an Federhärte und Elastizität verloren. Alle anderen Kanülen überstanden den Prozeß gut. — Ausgenommen von diesem Versuch war die ausglühbare Kontrazid-Kanüle der Firma Kratz, Frkfrt. a. M. Sie wurde nach 30-maligem Ausglühen geprüft. Hierdurch verlor die Kontrazid-Kanüle bedeutend an Federhärte, verfärbte sich, jedoch wurde ihre Bruchsicherheit nicht herabgesetzt.

In dem nächsten Versuch wurden die Kanülen in ihrer Längsrichtung belastet, die Versuchsanordnung hierbei war folgende:

Eine alte Rekordspritze wurde mit einem Zenithansatzkopf versehen, dessen oberer Teil abschraubbar war. Der Glaszylinder der Spritze wurde auf $^1/_3$ verkürzt und auf einer hölzernen Unterlage befestigt. Die Nadel wurde in den Ansatzkopf montiert. Die Belastung der senkrecht stehenden Nadel geschah durch einen

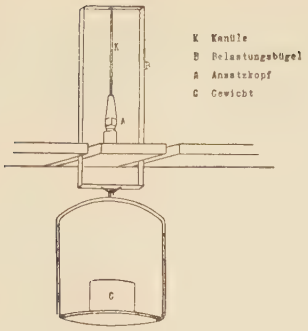

Abb. 3

schmalen, rechteckigen Bügel. Der obere Teil des Bügels, der auf der Nadel ruhte, hatte eine kleine Vertiefung in der Mitte, um ein zu schnelles Abgleiten der Nadel zu verhindern. Am unteren Ende des Bügels war ein Haken angelötet, an dem die Gewichtsschale mit den betreffenden Gewichten befestigt wurde. Der zerlegbare Ansatzkopf wurde gewählt, um die Nadel nach der Belastung, ohne ihre Biegung zu beseitigen, entfernen zu können. Jetzt wurde die Kanüle belastet, und je nach der Stärke ihrer Biegung wurde sie bewertet. Um gut vergleichen zu können, wurden sämtliche Kanülen mit 300 g belastet. Der Abbiegungswinkel wurde gemessen, nachdem die Kanülen zurückgefedert waren. Untersucht wurden jedesmal mehrere Kanülen und dann der Mittelwert festgestellt. Es ergab sich folgende Tabelle:

Tabelle 2.

V2A	31 Grad	
Kontrazid	35 „	
Berylco	49 „	
Karsen-Gold	51 „	
Stahlkanüle Freienstein	53 „	1 × gebrochen
Rostfr. verb. Stahlkanüle	54,5 „	
Nikodura	58,5 „	
Reinnickel	60 „	
Nickelkompositionskanüle	72 „	
Esco	72,5 „	
Niko	81 „	

Die Tabelle zeigt deutlich, was wir bereits festgestellt hatten, nämlich die Weichheit der Nickelkanülen. Auch die Esco-Kanüle bewährte sich nicht gut. — Von den in die Untersuchung mit ein-

bezogenen, verbesserten Stahlkanülen der Fa. Freienstein brach ein Exemplar bei der Belastungsprobe sofort, weshalb dies Fabrikat ebenfalls als unzuverlässig bezeichnet werden muß. — Die Erzeugnisse der Fa. Kratz, Frkfrt. a. M. — an der Spitze die V2A-Kanülen — erwiesen sich am besten. —

Auch dieser Versuch wurde wiederholt, nachdem die Kanülen einem 14-tägigen regelmäßigen Sterilisationsprozeß unterworfen waren. Nur bei den einfachen Stahlkanülen konnte man eine Veränderung feststellen.

Als die Fa. Injekta, Berlin ihre neue Kontracid-Kanüle auf den Markt brachte, gab sie eine Methode an, um die Elastizität von Kanülen zu prüfen. — Nach ähnlicher Methode wurde jetzt ebenfalls verfahren.

Um einen Randolfblock von 1 cm Durchmesser, dessen eine Seite abgerundet war, wurden die Kanülen derartig herumgelegt, daß ihre freien Enden parallel zueinander standen. In dieser Lage wurden die Kanülen 10 Sekunden festgehalten und federten dann zurück. Der Abstand der beiden Schenkelenden wurde jetzt gemessen und so gefunden, welche Kanüle am besten zurückfederte. Von jeder Kanülenart wurden 3—4 Exemplare geprüft und dann der Mittelwert ausgerechnet. Es ergab sich folgende Tabelle:

Tabelle 3.

Kanülenart	Schenkelabstand
V2A	30,6 mm
Karsen-Gold	29,5 „
Esco	26,5 „
Kontrazid (Kratz)	25 „
Nikodura	25 „
Berylco	24 „
Stahl (Schwenn)	23 „
Nickelkomposition	21,5 „

Die verbesserten Stahlkanülen von Freienstein hielten auch diese Probe nicht aus. Wiederum zeigte sich die V2A-Kanüle den anderen Kanülen überlegen; ebenfalls die Karsen-Gold-Kanüle erwies sich diesmal wieder als sehr gut. — Auffallend ist das Verhalten der Esco-Kanüle, die sich im Gegensatz zu dem vorigen Versuch ziemlich gut bewährte.

Es ist selbstverständlich, daß von einer Kanüle unbedingte Rostsicherheit verlangt werden muß, da die Roststelle immer eine Prä-

dilektionsstelle für einen Bruch der Kanüle sein würde. Um die Rostsicherheit zu prüfen, wurden die Kanülen in einfachem Leitungswasser aufbewahrt. Schon nach 3—6 Tagen zeigten die einfachen Stahlkanülen Rostansätze. Die Err. Eff.-Kanülen und verbesserten rostfreien Stahlkanülen von Freienstein machten hier eine Ausnahme, hielten sich aber doch nicht so gut wie die Nickel-, Esco-, Berylco-, Karsen-Gold- und V2A-Kanülen, die zum Teil über 1 Jahr im Wasser lagen, ohne zu rosten. Um ebenfalls das Innere der einzelnen Nadeln zu prüfen, wurden sie der Länge nach aufgeschliffen. Bei einer Niko-Kanüle, die 19 Monate im Wasser gelegen hatte, konnte mit der Lupe nur Spuren von Rost festgestellt werden. Alle anderen Kanülen waren rostfrei. Von den einfachen Stahlkanülen konnte nach 10 Monaten kein Längsschliff angefertigt werden, da sie durch den Rost vollständig zerstört waren.

Nun folgte eine Untersuchung der Befestigungsart der Kanülen in dem Weichmetallkonus.

Die Befestigung sucht man in der Weise zu erreichen, daß das Rohr mit einer gewindeartigen Anrauhung versehen ist, in die das Weichmetall eingreift. Ein Unterschied in der Befestigungsart konnte bei den einzelnen Kanülen nicht festgestellt werden. Schon 1923 hatte Greve dieselbe Feststellung getroffen.

Da sich bei unseren Versuchen die neue Berylco-Kanüle der Fa. Kratz, Frkfrt. a. M. ziemlich gut bewährt hatte, wurde sie jetzt nach der von Fielitz angegebenen Methode geprüft (s. Abb. 1).

Es wurden 5 Kanülen der Prüfung unterzogen. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

Tabelle 4.

1.	30	Grad	435	Grad
2.	25	„	445	„
3.	20	„	85	„
4.	30	„	265	„
5.	20	„	360	„

Die Werte der ersten Spalte dieser Tabelle zeigen den Winkel, von dem aus die Kanüle, nachdem sie abgebogen war, noch ohne Deformierung zurückfederte. Die Art der Ermittelung in Spalte 2 wurde oben schon beschrieben (s. S. 8, 9).

Auffallend an der Tabelle ist der große Unterschied zwischen dem maximalsten und minimalsten Bruchwinkel. Die zum Teil

sehr hohen Werte zeigen, daß das Material gut ist und nur noch einer genaueren Durchprüfung der Firma bedarf, damit vorkommende Unregelmäßigkeiten ausgeschaltet werden.

Zusammenfassung

Unsere Forderung, daß die zur Anwendung gelangende Kanüle bruchsicher sein soll, wird nach vorliegenden Versuchen von folgenden Kanülen am besten erfüllt:

1) V2A-Stahl-Kanüle (Akufirm) Ernst Kratz, Frankfurt a. M.
2) Karsen-Gold-Kanüle Schwenn, Hamburg.

Die Nickel-Kanülen, die sich auch gut bewährten, ließen jedoch an Elastizität sehr zu wünschen übrig und sind deshalb durch leichte Deformierbarkeit für den zahnärztlichen Gebrauch nicht sehr geeignet.

Bei der Probe auf Rostsicherheit zeigten sich die V2A-, Karsen-Gold- und Nikodura-Kanülen am widerstandsfähigsten.

Wie auch Fielitz in seiner Arbeit betonte, keinen Materialfehler gefunden zu haben, so hat sich diese Behauptung durch Untersuchungen am hiesigen Institut nur bestätigt. Sämtliche Brüche verliefen normal und zeigten keine abnormen Bruchstellen. Ein Vorschlag, der gemacht wurde, sämtliche Kanülen vor Gebrauch zu prüfen, kann deshalb mit ruhigem Gewissen abgelehnt werden. Die Kanüle würde bei der übermäßigen Beanspruchung während der Prüfung schon von vornherein geschwächt werden.

Die Untersuchungen haben bewiesen, daß verschiedene Firmen Produkte auf den Markt bringen, von denen man behaupten kann, daß sie bei richtiger Injektionstechnik und Handhabung den Praktiker vollkommen zufrieden stellen. Schlechtes Material sollte unbedingt abgelehnt werden.

Literaturangabe

Adloff: „Ueber Lokananästhesie". 1913.

Back: „Zur Frage der Mandibularanaesthesie". Z. f. Stom. 1924; S. 579.

Bade: „Ueber einen Fall von Hemiplegie und Aphasie nach Verletzung der linken Carotis interna beim Versuch, eine bei einer Mandibularanaesthesie abgebrochene Injektionsnadel operativ zu entfernen." D. M. f. Z. 1911; S. 569.

Braun: „Ueber Lokalanaesthesie im Trigeminusgebiet". D. med. W. 1911.

— —„Die Technik der Cocain-Suprarenin-Anaesthesie bei Zahnextraktionen". D. M. f. Z. H. 1, 1905.

Busch: „Ueber allgemeine Betäubung und Lokalanaesthesie zum Zwecke der schmerzlosen Zahnextraktion". D. M. f. Z. H. 8, 1906.

Bünte u. Moral: „Untersuchungen über den osmotischen Druck einiger Lokalanaesthetica". 1910.

Diemer: „Nikokanüle und Nadelbruch." Z. R. 1931, Nr. 13, Sp. 554.

Dorrance: „Zerbrochene Injektionsnadeln nach Leitungsanaesthesie am Unterkiefer". Kosmos 1929, S. 1082.

Dubber-Knöfel-Manneberg-Stark: „Zur Anwendung der Mandibularinjektion in der zahnärztl. Privatpraxis". Z. R. 1931, Nr. 10, Sp. 400—403.

Euler: „Ueber die Indikationsstellung für Leitungsanaesthesie und Narkose in der Zahnheilkunde". Corresp. Bl. f. Z. 1907, H. 1.

Euler: „Ueber Mißerfolge bei der Lokalanaesthesie". Ber. d. internat. Kongress. 1909, Bd. 2/30.

Fischer: „Zur Anwendung der Mandibularinjektion in der zahnärztl. Privatpraxis." Z. R. 1931, H. 15, S. 638.

— —„Lokalanaesthesie". Misch. Fortschritte i. d. Zahnhlk. 1931, Bd. 1, S. 86—89.

— —„Die örtliche Betäubung in der Zahnheilkunde". Berlin 1925.

— —„Zur Frage Nadelbruch bei Leitungsanaesthesie". Z. R. 1931, Nr. 10, Sp. 399.

Fielitz: „Die Gefahr des Injektionskanülenbruches vom Material-technischen Standpunkt aus". Inaug. Diss. 1932. Breslau.

Flohr: „Anatomisch-klinische Studien über den Bruch der Mandibularisnadel". Z. R. 1933, Nr. 11, Sp. 490.

Frohmann: „Die Grenzen der Injektionsanaesthesie in der zahnärztl. Chirurgie". Ber. d. internat. Kongreß. 1909, Bd. 2/17.

Gogolewski: „Ueber Mißerfolge und unerwünschte Begleiterscheinungen . . . . .". Z. R. 1917, H. 47, S. 366; H. 48, S. 375.

Greve: „Vergleichende experimentelle Untersuchungen mit verschiedenen für die Leitungsanaesthesie am Unterkiefer gebräuchlichen Kanülen". Z. R. 1923. Nr. 27/28 u. 29/30.

Grothe: Erwiderung auf einen Vorschlag zur Mandibularanaesthesierung". D. Z. W. 1913, Nr. 44.

Hesse: „Abbrechen von Injektionskanülen bei der Mandibularanaesthesie". Misch. Fortschr. i. d. Z. 1930, Bd. 3, S. 224.

Hoenig: „Ueber Nadelbruch bei Mandibularinjektion". D. Z. W. 1931, H. 7, S. 392.

Jesenski: „Abbrechen der Injektionsnadel bei Mandibularanaesthesie". Ref. Z. R. 1928, Nr. 13, Sp. 528.

Keck: „Mandibularanaesthesie und Infiltrationsmethode". Z. R. 1931, Nr. 12, Sp. 502.

Kerpel: „Die technisch-mechanischen Ursachen der Nadelfrakturen". Z. f. Stom. 1931, H. 4, S. 395.

Krause: „Ueble Zufälle bei Lokalanaesthesie". Z. R. 1918, H. 3, S. 17.

Kühne: „Gefäßverletzungen bei Lokalanaesthesie im Gebiet der Mundhöhle". D. Z. W. 1918, H. 3.

Laband: „Schutz gegen die Gefahr des Bruches von Injektionskanülen". Z. R. 1932, Nr. 2, Sp. 58.

— —„Eine Methode zum Aufsuchen von abgebrochenen Kanülen bei der Injektion zum Foramen inferior". Z. R. 1931. Nr. 50, Sp. 2205.

Levitt: „Nadelbrüche bei Mandibularinjektion". Ref. Z. R. 1929, Nr. 14, Sp. 619.

Lichtwitz: „Eine stabile Injektionsnadel für die Molarinjektion". Z. R. 1931, H. 8, Sp. 314.

Lindemann: „Neue Wege zur Anaesthesierung der Kiefer und des Gesichtes".

Meyer: „Bruch der Injektionskanüle". Misch. Fortschr. d. Z. 1933. Bd. 3, S. 201.

Moose, Sanford: „Abgebrochene Injektionsnadeln". D. M. f. Z. 1931, H. 20, S. 1020.

Peters: „Zur Vermeidung der üblen Folgen beim Abbruch einer Injektionsnadel". Z. R. 1931, Nr. 5, Sp. 188.

— —„Die Anwendung der Mandibularinjektion i. d. zahnärztl. Privatpraxis". Z. R. 1931, Nr. 14, Sp. 601.

Purgold: „Kritische Betrachtungen üb. d. Technik der Mandibularanaesthesie". Z. R. 1932, Nr. 23, Sp. 949.

Rast: „Kunstfehler?" Z. R. 1931, Nr. 12, Sp. 504.

Rebel: „Einige kritische Bemerkungen zum Problem des Kanülenbruches". D. Z. W. 1933, Nr. 15, S. 363.
Ritter: „Schwere Folgen des Abbruchs einer Injektionsnadel". Z. R. 1930, Nr. 46; 1931, Nr. 1, Sp. 13.
— — „Abgebrochene Nadelspitze in der Operationswunde". Gerichterliche Entscheidung. Münch. Med. W. 1933, Nr. 16, S. 633.
Rosenberg: „Anatomische Untersuchungen im Ober- und Unterkiefer zur Injektionstechnik". Ber. d. internat. Kongreß. 1909.
Risdon, Fulton: „Unangenehme Zufälle in der chirurgischen Zahnheilkunde". D. M. f. Z. 1929, H. 17, S. 932.
Rolland, Pierre: „Die Sterilisation und Aufbewahrung der Injektionsspritzen". D. M. f. Z. 1930. H. 23, S. 1510.
Schorr: „Nadelfraktur, deren Behandlung und forensische Bedeutung". Z. f. Stom. 1931, H. 3, S. 287.
Schaeffer-Stuckert: „Die Technik bei der Lokalanaesthesie". D. M. f. Z. 1906, H. 10.
Schubert: „Nebenerscheinungen nach Lokalanaesthesie a. d. Kiefern mit besond. Berücksichtigung motorischer Lähmungen". Z. f. Mund- u. Kieferchirurgie 1918.
Seidel: „Beiträge zur Vermeidung von Mißerfolgen in der modernen Injektionsanästhesie". D. M. f. Z. 1911.
— — „Neue Hilfsmittel zur Lokalanästhesie". D. M. f. Z. 1913, Heft 8.
— — „Die Erfahrungen unserer Injektionstechnik und der angewandten Injektionspräparate". D. z. W. 1908.
Steinkamm: „Läßt sich ein Bruch der Injektionsnadel vermeiden?" D. Z. W. 1933, S. 513, Nr. 22.
Stoebbe: „Injektionsnadel-Schutzvorrichtung bei Ausführungen der Mandibularanaesthesie". Z. R. 1931, Nr. 11, Sp. 434.
Trebitsch: „Zur Anwendung der Mandibularinjektion i. d. zahnärztl. Privatpraxis". Z. R. 1931, Nr. 8, Sp. 318.
— — „Zur Anwendung der Mandibularinjektion . . . . .". Z. R. 1931, Nr. 15, Sp. 639.
Widmann: „Einige Worte über die Entfernung von Nadeln, die b. d. Mandibularinjektion abgebrochen wurden". Ref. Z. R. 1922, S. 320.
Williger: „Fehler i. d. Injektionstechnik u. deren Folgen". D. M. f. Z. 1912, S. 723.
— — „Zwei Fälle von Abbruch einer Nadel bei der sog. Mandibularinjektion". Korresp. Bl. f. Zahnärzte 1915, S. 133.
— — „Zwei weitere Fälle von Abbruch einer Nadel bei der sog. Mandibularinjektion". Korresp. Bl. f. Zahnärzte 1915, H. 3 u. 4.

Lebenslauf.

Am 26. Januar 1912 wurde ich, Friedrich Knigge, in Hope, Krs. Hameln, als Sohn des Lehrers Friedrich Knigge und seiner Ehefrau Alwine, geb. Hobein, geboren.

Nach dreijähriger Vorschulzeit besuchte ich von Ostern 1921 bis Ostern 1931 das Reformrealgymnasium in Hameln, wo ich das Abiturientenexamen bestand.

Hierauf studierte ich Zahnheilkunde an der Universität Königsberg und bestand dort nach 3 Semestern das Vorexamen.

Nach einem weiteren Semester in Königsberg, einem Semester in Kiel und zwei Semestern in Freiburg, legte ich im Herbst 1934 in Freiburg das Staatsexamen ab.

Dann war ich noch ein Semester in Marburg, um dort zu promovieren.

Meine akademischen Lehrer waren:

in Königsberg: Adloff, Precht, Heiß, Kaufmann, Weiß, Paneth, Lendertz;
in Kiel: Hentze, Thoring, Dittrich;
in Freiburg: Herrenknecht, Scheidt, Aschoff, Nißle, Ruf, Kilian, Janssen, Jenke, Griese;
in Marburg: Fliege, Loebell.

Herrn Prof. Dr. Fliege danke ich für die Ueberlassung des Themas, Herrn Dr. Dersch für die freundliche Hilfe bei der Materialbeschaffung.